

Kvinnherad kommune

► Flomsonekartlegging

Omvikdalselva / Storelva

Oppdragsnr.: 5185895 Dokumentnr.: Fv_01 Versjon: J02 Dato: 2019-11-22



Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Hildegunn Furdal
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Jon Olav Stranden
Fagansvarlig: Henrik Opaker (NVE godkjent innen fagområde V, hydraulikk, alle klasser)
Andre nøkkelpersoner: Gunnar Fiskum

J02	2019-11-22	For bruk hos Kvinnherad kommune	Gunnar Fiskum	Henrik Opaker	Jon Olav Stranden
D01	2019-10-27	For kontroll hos Kvinnherad kommune	Gunnar Fiskum	Henrik Opaker	Jon Olav Stranden
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Norconsult har på oppdrag fra Kvinnherad kommune kartlagt flomsone for flere elver i kommunen. Denne rapporten dokumenterer beregnet flomsone langs Storelva / Omvikdalselva i Omvikdalen. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag. 200-årsflommen med klimapåslag er beregnet til 176 m³/s.

Flomstørrelser er beregnet på grunnlag av en frekvensanalyse gjort på nærliggende og representative vannmerker. Resultatene fra frekvensanalysen er kontrollert ved bruk av nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. For å ta høyde for fremtidige klimaendringer er flomverdiene økt med 40%. Vannstandsstigning langs vassdraget er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS.

Flom i vassdraget fører til betydelig vannstandsstigning. Elva renner ut av sitt normale løp, og flomsone berører bygninger som ligger tett på elven. Størst flomutbredelse forventes i nedre del av elva hvor Fet bru og områdene på sidene av elva både opp- og nedstrøms broa oversvømmes. Også oppstrøms Skulebrua er oversvømmelsen forholdsvis stor, men berører hovedsakelig jordbruksarealer. Selve Skulebrua oversvømmes ikke, men det er forventet at Landa bru lenger opp i elva overtoppes.

Innhold

1	Innledning og forutsetninger	5
1.1	Beskrivelse av nedbørfelt	6
2	Beregning av flomstørrelser	7
2.1	Målestasjoner	7
2.2	Vurdering av årsmiddeltilsig	8
2.3	Sesongvariasjon	9
2.4	Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom	9
2.5	Regresjonsanalyse	10
2.6	Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt	11
2.7	Beregning av momentanflom	12
2.8	Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag	12
3	Hydraulisk modell	14
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	14
3.2	Grensebetingelser	15
3.3	Infrastruktur i modellen	15
4	Resultat og konklusjon	17
4.1	Berørte bygninger	17
4.2	Berørt infrastruktur	17
5	Diskusjon og vurdering av resultatet	18
5.1	Usikkerheter	18
5.2	Sensitivitetsvurdering	18
6	Bilag og referanser	19
6.1	Bilag	19
6.2	Referanser	19

1 Innledning og forutsetninger

Norconsult er engasjert av Kvinnherad kommune for å kartlegge flomsone langs flere vassdrag i kommunen. Hovedformålet med kartleggingen er å lage et grunnlag som kan utnyttes i arealplanlegging, byggesakshåndtering og for beredskap mot flom. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag.

Denne rapporten omhandler elvestrekningen som kalles Omvikdalselva / Storelva, heretter kalt Omvikdalselva. Vurderingen omfatter strekningen på ca. 3,5 km fra Landa bru og ut i sjøen. NVE har ikke utført flomsonekartlegginger i området tidligere, men Norconsult har kartlagt flere andre elvestrekninger i kommunen. Kvinnherad kommune er markert på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart med markering av Kvinnherad kommune.

1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Omvikdalselva renner gjennom Omvikdalen, et mindre dalføre i Kvinnherad kommune som ligger vest for Folgefonna og sør for Rosendal. Nedbørfeltet til Omvikdalselva har i hovedsak tilsig fra tre mindre sideelver. Sideelvene har sitt utspring i Dalsvatna, Aterstadvatnet og Aursdalsvatnet.

Nedbørfeltet har et totalt areal på ca. 32,1 km² og av dette er ca. 45% snaufjell og 32% skog. Resterende er hovedsakelig dyrket mark som ligger i dalbunnen. Feltkarakteren er relativt typisk for området med stor variasjon i høyde og høy spesifikk avrenning. Bebyggelsen i feltet er spredt og ligger i tilknytning til jordbruksarealene og sjøen.

Elvene i nedbørfeltet er aktivt utnyttet i kraftproduksjon gjennom seks små vannkraftverk. Kraftverkene er etablert med små inntaksdamner, men volumene er små i forhold til tilsiget, og det er ikke sannsynlig at magasinene har nevneverdig dempende effekt ved flom. Magasinene er derfor inkludert i feltets effektive sjøprosent. Det er ingen kjente overføringer til eller fra feltet.

Nøkkeldata for nedbørfeltet er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart med markering av nedbørfeltet er vist i Figur 2.

Tabell 1 Nøkkeldata for nedbørfeltet til Omvikdalselva

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Eff. sjø %	Felthøyde, min-med-maks (moh.)	Bre (%)	Qn ¹ (l/s/km ²)
Omvikdalselva	32.1	0.1	0-595-1099	0.0	93.6



Figur 2 Oversiktskart med markering av nedbørfeltet til Omvikdalselva

¹ Fra NVEs webapplikasjon NEVINA

2 Beregning av flomstørrelser

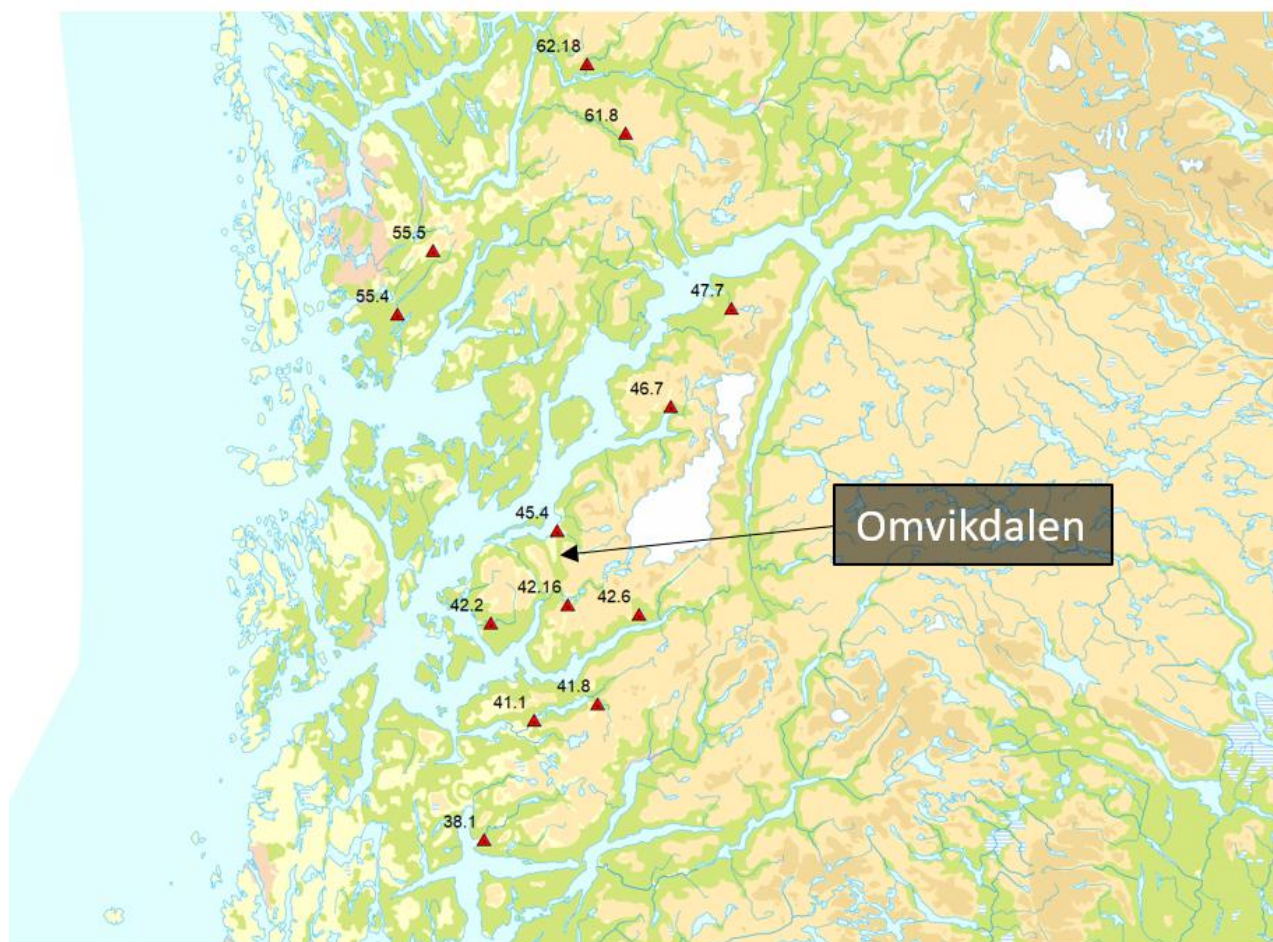
2.1 Målestasjoner

Utvalgte vannmerker/målestasjoner i Sunnhordaland er benyttet i en regional flomanalyse. Det er primært valgt ut felt med medianhøyde under 1000 moh. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 2. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet til Kvinnherad og likhet med nedbørfeltene i kommunen. Feltene til vannmerkene er typiske kystnære vestlandsfelt med stor variasjon i høyde over havet. Det eksisterer flere vannmerker i området med stor brendel. Disse er ikke tatt med som en del av flomanalysen. Et oversiktskart med markering av vannmerker er vist i Figur 3.

Vannmerket 45.4 *Seimsfoss i Guddalselva*, ligger ved Seimsfoss i nabofeltet til Omvikdalselva og har 12 år med registrerte vannføringer. NVE vurderer kvaliteten på vannføringsmålingene (flom) som «bra» og det er forventet at målingene vil gi et godt bilde av flomforholdene også i Omvikdalselva ved lave gjentaksintervall.

Tabell 2 Vannmerker/målestasjoner benyttet i flomberegning.

Nr.	Navn	Periode	H _{med} (moh.)	Areal (km ²)	Ase (%)	Bre (%)	Q _n (l/s/km ²)
47.7	Fodnastøl	1963-1995	1063	43.4	3.75	1.01	60
46.7	Brakhaug	1974-2005	947	9.25	2.27	0.00	122
45.4	Seimsfoss	2007-2018	782	36.4	1.08	2.68	125
42.6	Baklihøl	1966-2016	898	19.9	0.15	0.00	134
42.16	Fjellhaugen	1998-2018	685	7.22	1.08	0.00	118
42.2	Djupevad	1964-2016	526	31.9	0.34	0.00	101
41.8	Hellaugvatn	1982-2018	904	27.5	1.97	0.00	118
38.1	Holmen	1983-2018	556	117	1.56	0.00	109
41.1	Stordalsvatn	1913-2018	681	131	6.68	0.00	98
55.5	Dyrdalsvatn	1978-1996 2002-2018	581	3.31	3.98	0.00	124
55.4	Røykenes	1934-2018	307	50.1	2.24	0.00	97
61.8	Kaldåen	1988-2017	884	15.3	0.10	0.00	100
62.18	Svartavatn	1988-2018	754	72.4	0.32	0.00	112



Figur 3 Oversiktskart med markering av vannmerker benyttet i flomberegningen.

2.2 Vurdering av årsmiddeltilsig

Vannmerket 45.4 Seimsfoss ligger øst for Omvikdalselva i nabofeltet, og det er observert en årlig middelvannføring på 125 l/s/km² som er 19% større enn i avrenningskartet for dette feltet. Vannmerket 42.2 Djupevad ligger sør-vest for Omvikdalselva og har en observert middelvannføring på 101 l/s/km², som er 10 % lavere enn i avrenningskartet for feltet. Sammenligning av årsmiddeltilsig er også gjort ved vannmerkene på Fjellhaugen, Baklihøl og Brakhaug, se verdier i Tabell 3. Det påpekes at sammenligningene mellom måleseriene og avrenningskartet ikke dekker samme tidsperiode og at mindre ulikheter mellom verdiene må forventes.

Tabell 3 Sammenligning av årsmiddeltilsig målt ved vannmerker og beregnet i avrenningskartet.

Felt	Avrenningskart (l/s/km ²)	Vannmerker (l/s/km ²)	Forhold (vm/kart)
Omvikdalselva	94 ²		
Seimsfoss 45.4	105	125	1.19
Djupevad 42.2	110	101	0.92

² Fra NVEs web-applikasjon NEVINA

Fjellhaugen 42.16	111	118	1.06
Brakhaug 46.7	118	122	1.03
Baklihøl 42.6	134	143	1.07

Alle de vurderte vannmerkene er sammenlignbare med feltet til Omvikdalselva, og det er forventet at spesifikk avrenning skal være ganske lik, spesielt ved Seimsfoss og Djupevad, som ligger nært. Fjellhaugen, Baklihøl og Brakhaug ligger i mindre og høyereliggende felt, og spesifikk avrenning er forventet å være noe høyere.

Fordi alle nærliggende nedbørfelt med observasjoner har høyere spesifikk avrenning enn Omvikdalselva er det valgt å oppjustere og fastsette spesifikk avrenning i feltet til 100 l/s/km². Observasjonene ved vannmerkene kan tilsa enda høyere verdi. Samtidig viser målinger ved Djupevad, som har «meget bra»-kvalitet, at avrenningskartet også kan overestimere. Av den grunn er ikke den spesifikke avrenningen satt høyere.

2.3 Sesongvariasjon

I flomberegninger er det vanlig å skille på ulike flomsesonger. I dette området på Vestlandet er dette lite hensiktsmessig. De største flommene opptrer normalt på høsten og tidlig på vinteren, men i prinsippet kan de opptre hele året. Flomfrekvensanalyse er derfor utført på årsflommer.

2.4 Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannmerker i regionen som ligger langt ut mot kysten, og har hoveddelen av nedbørfeltet liggende lavere enn 1000 moh. Tabell 4 viser en oversikt over vannføring ved estimert middelflom, samt forholdstallet mellom estimert middelflom og estimert 20-, 200- og 1000-årsflom for utvalgte vannmerker. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremver dianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbelfordeling og GEV-fordeling.

Tabell 4 Flomfrekvensanalyse på utvalgte vannmerker.

Nr.	Navn	Areal (km ²)	Periode	Q _M (l/s/km ²)	Q ₂₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M	Q ₁₀₀₀ /Q _M	Ford. funksjon
47.7	Fodnastøl	43.4	1963-1995	354	1.73	2.43	2.92	Gumbel
46.7	Brakhaug	9.25	1974-2005	992	1.43	1.84	2.13	Gumbel
45.4	Seimsfoss	36.4	2007-2018	764	1.70	2.37	2.84	Gumbel
42.6	Baklihøl	19.9	1966-2016	1412	1.65	2.28	2.72	Gumbel
42.16	Fjellhaugen	7.22	1998-2018	1258	1.68	2.35	2.81	Gumbel
42.2	Djupevad	31.9	1964-2018	1082	1.61	2.33	2.92	GEV
41.8	Hellaugvatn	27.5	1982-2018	931	1.51	2.01	2.36	Gumbel
38.1	Holmen	117	1983-2018	807	1.54	2.06	2.42	Gumbel
41.1	Stordalsvatn	131	1913-2018	573	1.56	2.30	2.97	Tilpasset
55.5	Dyrdalsvatn	3.31	1978-1996 2002-2018	1270	1.57	2.13	2.52	Gumbel
55.4	Røykenes	50.1	1934-2018	1046	1.67	2.47	3.13	GEV
61.8	Kaldåen	15.3	1988-2017	1006	1.58	2.15	2.54	Gumbel
62.18	Svartavatn	72.4	1988-2018	1122	1.50	1.99	2.33	Gumbel
	Middel	43.4		969	1.59	2.21	2.66	

2.5 Regresjonsanalyse

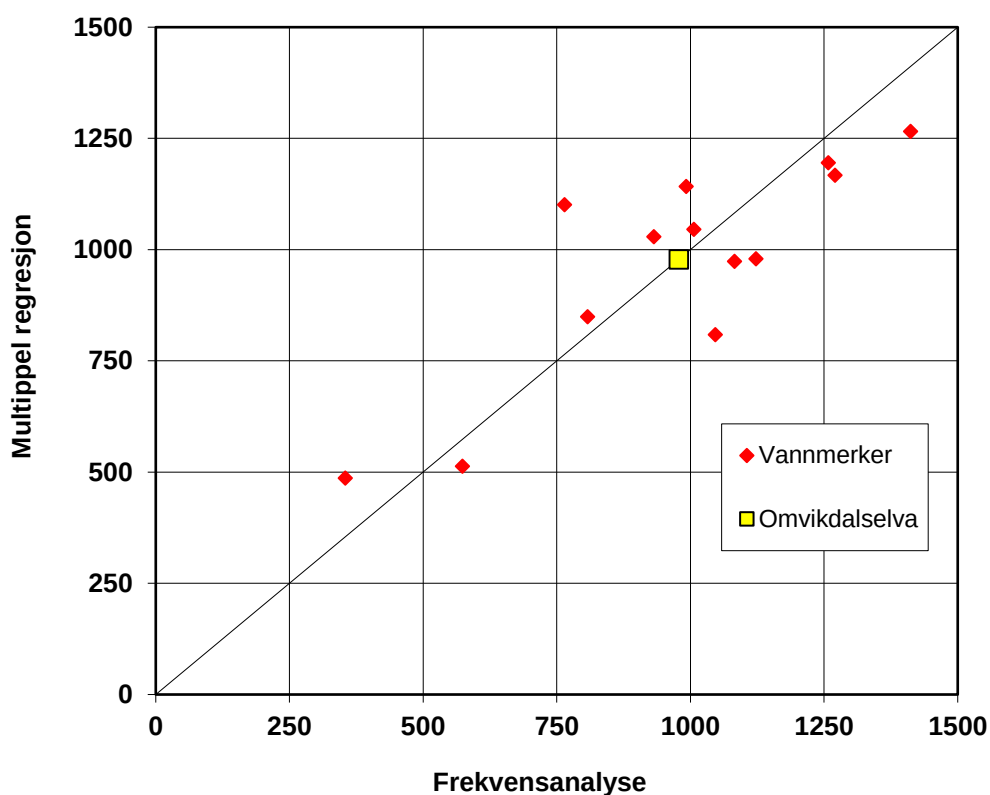
For å vurdere om døgnmiddelflommen i regionen kan forklares med grunnlag i nedbørfeltene karakteristika, er det utført en multipl regressjonsanalyse på datasettet fra Tabell 4. En slik analyse gir indikasjoner på om det er reell statistisk sannsynlighet for at en gitt parameter har betydning for spesifikk flom i et nedbørfelt. Ved å eliminere parametere som ikke har åpenbar betydning for flomstørrelsene, har vi kommet frem til følgende ligning for middelflommen (l/s/km²):

$$Q_m = 587 - 92,7 (\log A) + 7,2 (Q_n) - 49,1 (Eff. sjø. \%) \quad (1)$$

R² er en måleparameter som sier noe om hvor godt den aktuelle ligningen er og hvorvidt den kan gjenskape de faktiske observasjonene/ frekvensanalysene. Ligningen ovenfor har en R²-verdi på 0,7, noe som anses som en brukbar tilnærming. Regresjonsligningen på feltparametere for Omvikdalselva gir flomverdier som gitt i Tabell 5, mens et regresjonsplott med verdier fra analysen er vist i Figur 4.

Tabell 5 Middelflom beregnet med regresjonsanalyse.

Felt	Middelflom (l/s/km ²)
Storelva / Omvikdalselva	978



Figur 4 Regresjonsplott for Storelva / Omvikdalselva.

2.6 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt

I prosjektet «Naturfare – Infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE en ligning for beregning av flomvannføringer i små og uregulerte felt. Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mindre enn 50-60 km², men er anbefalt verifisert mot lokale målinger [3]. I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av feltareal, normalt årsmiddeltisig og effektiv sjøprosent. Ved beregning av flomstørrelse i Omvikdalselva er areal og effektiv sjø-% hentet fra NVEs webapplikasjon Nevina, mens årsmiddeltisig er fastsatt etter sammenligning med nærliggende vannmerker. Det henvises til [NVE-rapport 7-2015](#) for flere detaljer knyttet til beregningsmetodikk.

Middelflommen utregnes som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. For videre skalering til større gjentakintervall er det benyttet gjennomsnittlig forholdstall mellom flomverdiene beregnet i frekvensanalysen. Forholdet mellom 200- og 1000-årsflom er på dette grunnlaget fastsatt til 1,2. Omregning fra momentanverdi til døgnverdi er gjort ved bruk av formel for $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger (høstverdi). Tabell 6 viser døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt».

Tabell 6 Døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt».

Felt	Middelflom (l/s/km ²)	20-årsflom (l/s/km ²)	200-årsflom (l/s/km ²)	1000-årsflom (l/s/km ²)
Storelva / Omvikdalselva	846	1350	2080	2496

Som en kontroll på om formelverket regner riktig er beregningsmetodikken også benyttet på vannmerkene i frekvensanalysen. En sammenligning mellom flomvannføring ved middelflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» og med frekvensanalyse er vist i Tabell 7. Vannmerkene som har større feltareal enn 50-60 km² er ikke inkludert i sammenligningen. «Formelverk for små nedbørfelt» gir flomverdier som er både lavere og høyere enn hva som estimert med frekvensanalyse, men ved flertallet av vannmerkene gir frekvensanalysen størst flomverdier. Dette gjelder uavhengig av om middelvannføringen stammer fra målinger ved vannmerkene eller fra avrenningskartet. Med utgangspunkt i de mest nærliggende vannmerkene (45.4, 42.6, 42.16 og 41.8) kan det se ut som at «Formelverk for små nedbørfelt» underestimerer flomverdiene 10 % sammenlignet med frekvensanalysen gjort på vannmerkene.

Tabell 7 Sammenligning av flomverdier beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» og frekvensanalyse for middelflom (l/s/km²).

Nr.	Navn	Frekvensanalyse (l/s/km ²)	Formelverk for små nedbørfelt (l/s/km ²) ³	Frekvensanalyse/NIFS
47.7	Fodnastøl	354	735	0.48
46.7	Brakhaug	992	922	1.08
45.4	Seimsfoss	764	860	0.89
42.6	Baklihøl	1412	1180	1.20
42.16	Fjellhaugen	1258	931	1.35
42.2	Djupevad	1082	940	1.15
41.8	Hellaugvatn	931	911	1.02
55.5	Dyrdalsvatn	1270	1095	1.16
55.4	Røykenes	1046	712	1.47
61.8	Kaldåen	1006	948	1.06
Gjennomsnitt		1011	923	1.09

³ Beregnet med middelvannføring hentet fra avrenningskartet.

2.7 Beregning av momentanflom

Flomstørrelsene beregnet i avsnittene over gjelder for gjennomsnittlig verdi over ett døgn, men maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelverdien. Siden høstflommene gjerne er de største i dette området, er kulminasjonsvannføringen i feltet beregnet ved bruk av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom basert på feltparametere for høstflommer. Formelen (2) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger og gjengitt under.

$$Q_{mom}/Q_{døgn} = 2,29 - 0,29 \cdot \log(A) - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \quad (2)$$

For Omvikdalselva er det beregnet et forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom ($Q_{mom}/Q_{døgn}$) på 1,77.

Som en kontroll på at formelverket regner riktig, er det gjort momentanverdiregning basert på vannføringsmålinger ved vannmerke 11.4 *Seimsfoss ved Guddalselv*. Ved den største flomhendelsen som er registrert i vassdraget, er forholdet mellom kulminasjonsverdi og døgnverdi beregnet til 1,52. Måleserien har en varighet på 12 år, noe som er relativt kort, men målt verdi samsvarer bra med verdien beregnet med formelverket, 1,55. Det er derfor forventet at formelverket også gir et realistisk estimat for nabofeltet Omvikdalselva.

2.8 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Flomstørrelse i Omvikdalselva er vurdert ved bruk av frekvensanalyse, regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt». Resultater fra beregningene og valgt flomverdi i vassdraget er sammenlignet i Tabell 8.

For frekvensanalysen er det valgt å oppgi middelflomflomverdiene estimert ved vannmerkene Seimsfoss, Fjellhaugen, Baklihøl, Djupevad og Brakhaug. Dette er de mest nærliggende vannmerkene og er forventet å være representativ for flomforholdene i Omvikdalselva. Differansen mellom høyeste og laveste verdi fremstår som stor. Vannmerket ved Seimsfoss ligger i nabofeltet og har de laveste verdiene (764 l/s/km²), men denne måleserien er også forholdsvis kort. De andre vannmerkene har estimerte verdier mellom 992-1412 l/s/km². Av disse har nedbørfeltet til Djupevad feltparametere som er mest sammenlignbare med Omvikdalselva. Middelflommen ved dette vannmerket er på 1082 l/s/km².

Regresjonsanalysen, som er basert på både feltparametere og vannføringsmålinger, gir vannføringer som ligger midt i beregningsspennet til frekvensanalysen. Samtidig ligger beregnet verdi lavere enn de vektlagte vannmerkene med unntak av Seimsfoss. «Formelverk for små nedbørfelt» på feltet til Omvikdalselva gir igjen flomverdier som ligger lavere enn hva som er beregnet med regresjonsanalysen, men det er forventet at denne metoden gir noe lave verdier for området.

Norconsult har tidligere (2018) gjort flomsonekartlegging med tilhørende flomberegning for Hattebergsvassdraget, Handelandselva, Åkraelva, Uskedalselva og Guddalselva som alle ligger i Kvinnherad kommune. Av disse er Uskedalselva og Guddalselva nabofelt til Omvikdalselva. For disse to nabovassdragene ble flomvannføring (Q_m) fastsatt til mellom 900-1000 l/s/km² ved bruk av frekvensanalyse, regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt». På grunn av stor likhet og nærhet mellom nedbørfeltene er det forventet at spesifikke flomstørrelser i Omvikdalselva er på nivå med verdier i disse vassdragene.

Med utgangspunkt i de beregninger som er utført og etter vurdering av målte vannføringer i området er flomvannføring (Q_m) i Omvikdalselva fastsatt til 1000 l/s/km². Det er høyere enn verdiene beregnet med både regresjonsanalyse og med «formelverk for små nedbørfelt». Verdien er også høyere enn målingene i nabofeltet (Seimsfoss). Samtidig er det flere andre målestasjoner med høyere flomvannføring som også vurderes som representative. Endelig flomverdi samsvarer bra med tidligere beregninger.

Tabell 8 Døgnmiddelverdier (Q_m) beregnet med frekvensanalyse, regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt» (NIFS).

Flomsituasjon	Frekvensanalyse (l/s/km ²)	Regresjonsanalyse (l/s/km ²)	NIFS (l/s/km ²)	Valgt verdi (l/s/km ²)
Q_m	764-1412	978	846	1000

Som en konservativ betraktning og etter ønske fra Kvinnherad kommune er det valgt å benytte et klimapåslag på 40 % i Omvikdalselva.

Kulminasjonsvannføring i Omvikdalselva inkludert klimapåslag (40%) er presentert i Tabell 9. Skalering fra middelflom til flommer med høyere gjentaksintervall er gjort med gjennomsnittlige forholdstall hentet fra frekvensanalysen (Tabell 4).

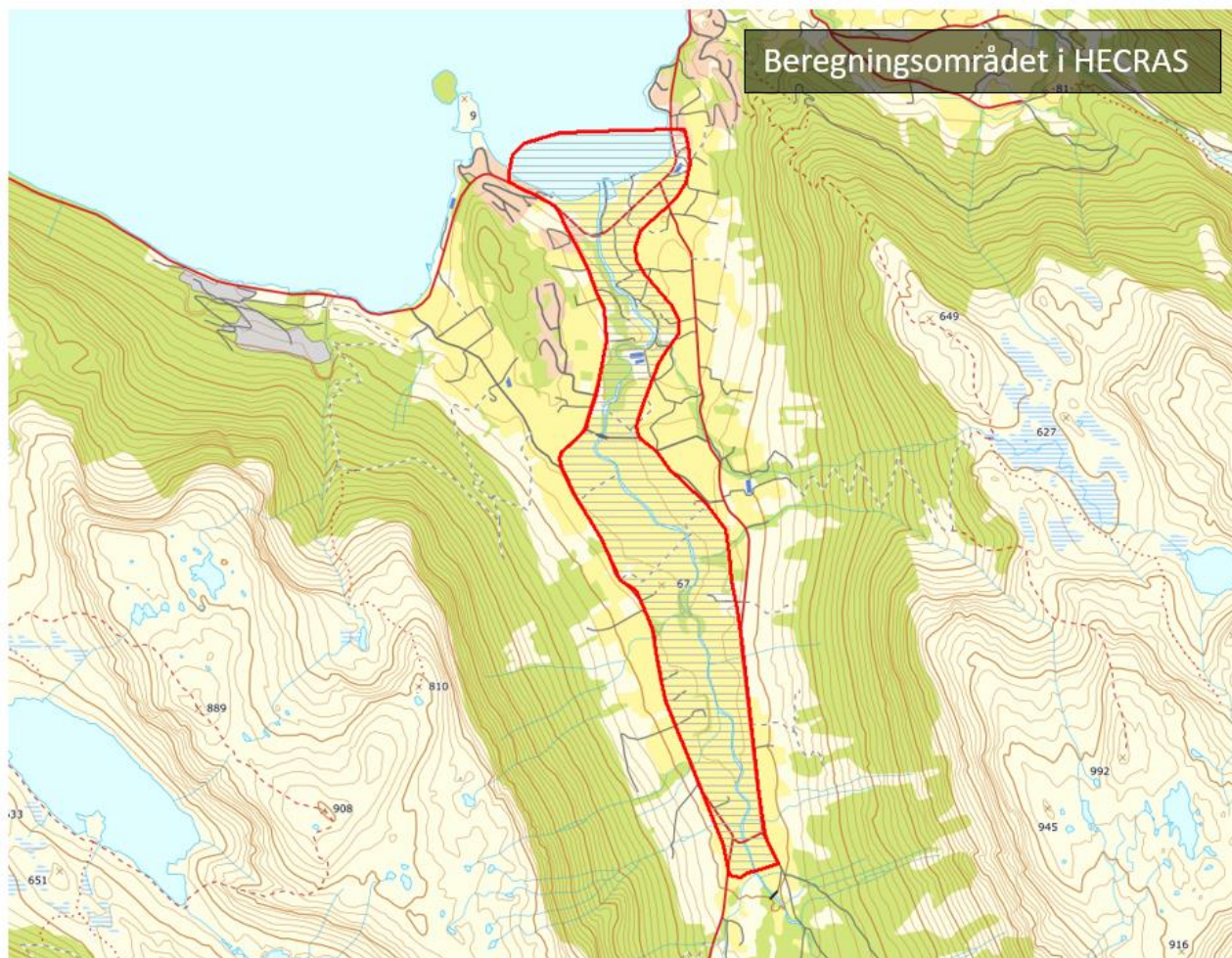
Tabell 9 Flomverdier (kulminasjonsverdi) for Omvikdalselva inkludert klimapåslag gitt i m³/s.

Felt	Q_m (m ³ /s)	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{200} (m ³ /s)	Q_{1000} (m ³ /s)
Storelva/Omvikdalselva	79	126	176	211

3 Hydraulisk modell

3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Vannstandsstigning, flomutbredelse og vannhastigheter i og langs Omvikdalselva er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS. Grunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2013 hvor nøyaktigheten/ tettheten er 2 pkt. per kvadratmeter. Høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000. Vannstand, vannføring og vannhastighet i modellen beregnes mellom celler i et «beregningsmesh». Cellestørrelsen i modellen varierer fra 5x5 meter i elven og på elvebredden til 10x10 meter på de flatere jordbruksområdene. Kritiske overganger ved flomvoller og veger har mindre celle-størrelse. Modellen starter oppstrøms Landa bru og avsluttes i sjøen. Se markering av modellert område i Figur 5.



Figur 5 Markering av beregningsområdet i HECRAS.

3.2 Grensebetingelser

2D-modellen er satt opp med en øvre og nedre grensebetingelse hvor oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring inn på beregningsstrekningen. Flomvannføringen er momentanverdi for flom ilagt klimapåslag, som presentert i Tabell 9.

Nedre grensebetingelse er satt lik forventet vannstand i sjøen ved 1-års stormflo i år 2100. Vannstanden er hentet fra Kartverkets side for havnivå som opplyser 1-års stormflo ved Osaholmen til 89 cm. Havnivået er beregnet med tidevann fra Bergen ilagt tidsforskjell og høydekorreksjon. Forventet havnivåstigning som følge av klimaendringer er satt lik middelverdien i klimasenario RCP8.5 til 46 cm. Totalt gir det en forventet vannstand i år 2100 på 135 cm. I modellen er denne vannstanden økt ytterligere til **140 cm** i henhold til anbefaling fra DSB. Forventede vannstander i sjøen hentet fra Kartverkets tjeneste for havnivå ligger vedlagt i Bilag 3.

Det er ikke utført befaring i området og friksjonsforholdene er derfor vurdert ut fra kartdata og flyfoto. Omvikdalselva er relativt slak og forholdsvis rett, men har også kortere partier med større vannhastighet og antydning til meanderende avsetningsområder. Elvebredden består av en tynn stripe med vegetasjon som går over i jordbruksområder. Hvis elven først går over egne bredder, er det store områder med fulldyrka jord som kan oversvømmes.

Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n), og varierer fra 0,02 der det er veger til 0,08 i skogområdene på elvebredden. Resterende arealtyper er gitt Manningstall (n) som i Tabell 10. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk.

Tabell 10 Manningstall benyttet i HEC-RAS-modell.

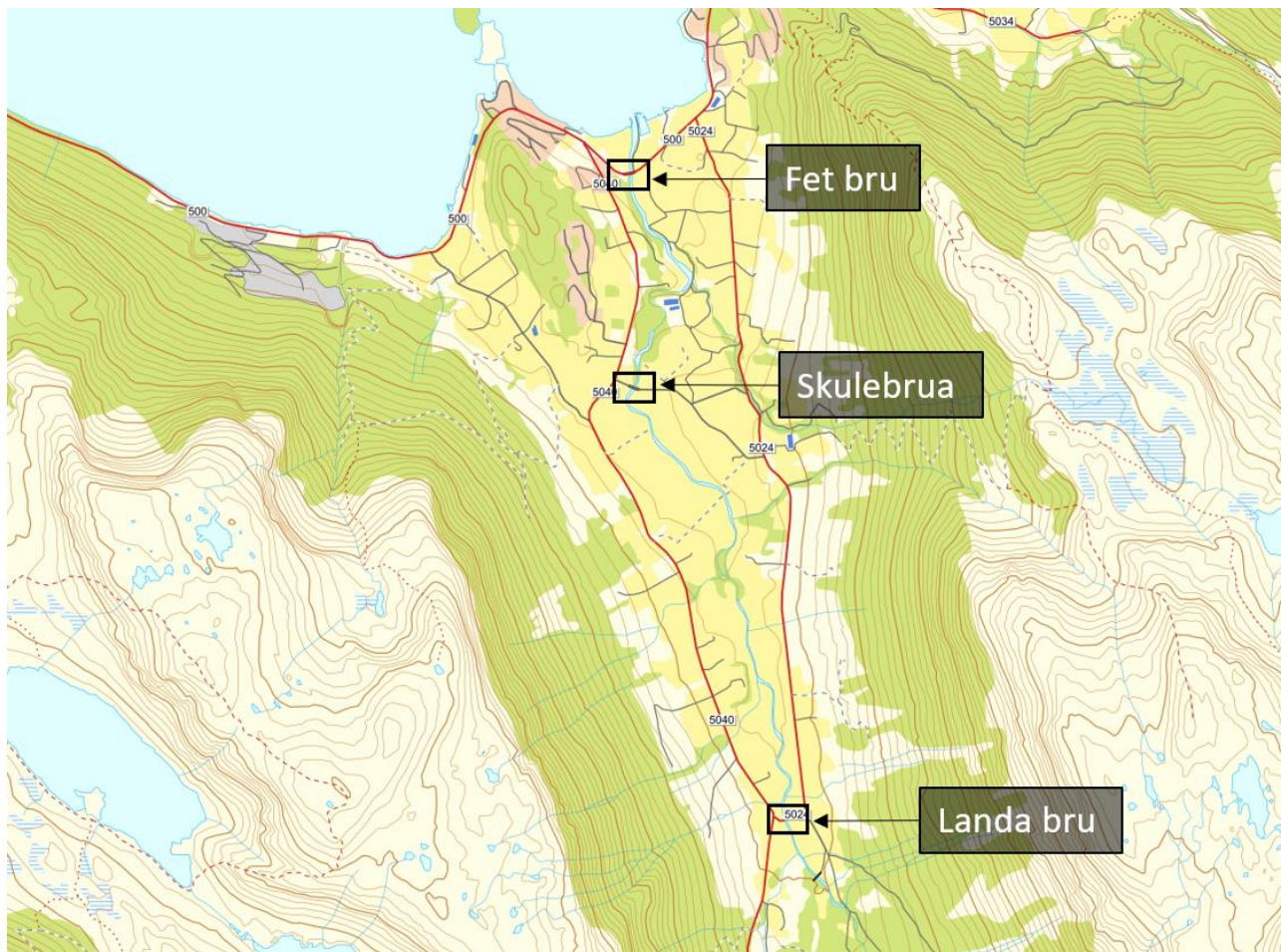
Arealtype	Manningstall (n)
Vann	0.035
Fulldyrka jord	0.045
Innmarksbeite	0.045
Åpen fastmark	0.04
Bebygd område	0.04
Overflatedyrka jord	0.045
Skog	0.08
Veger	0.02

3.3 Infrastruktur i modellen

Det er tre ulike bruer som krysser vassdraget og som er målt opp i forbindelse med flomsonekartlegging av Omvikdalselva. Dette er Fet bru, Skulebrua og Landa bru. Et oversiktskart med markering av bruene er vist i Figur 6, mens bilder og oppmålinger ligger vedlagt i Bilag 1.

Bruene har i utgangspunktet god avledningskapasitet, men det vil alltid være fare for at drivgods eller lignende reduserer kapasiteten. Det er derfor krevende å forutse ved hvilket gjentakintervall avledningskapasiteten overstiges. En slik situasjon, hvor kapasiteten til bru-tverrsnittene overstiges kan føre til økt oversvømmelsen på både oppstrøms og nedstrøms side. Oppstrøms fordi brudekket fører til oppstuvning tilbake i vassdraget og nedstrøms fordi elva kan finne nye traseer når vannet renner over brua. For Omvikdalselva er det forbundet størst konsekvens ved oppstuvning og oversvømmelse av Fet bru siden bebyggelsen er tettest og vegen mest trafikkert. Det er forventet at bruene har

kapasitet til å avlede en 20-årsflom, men at større gjentakintervall fører til overtopping og dermed ytterligere oversvømmelse. Også Landa bru er forventet å bli oversvømt, men her er konsekvensene mindre og vannet renner raskt tilbake i elveløpet. Skulebrua er ikke forventet å bli berørt av flom.



Figur 6 Oversiktskart med markering av bruer som krysser vassdraget.

4 Resultat og konklusjon

Flomsonekart som viser flomutbredelse langs Omvikdalselva ligger vedlagt i Bilag 2. Flomutbredelsen er vurdert for flom med gjentakintervall på 20-, 200-, og 1000-år hvor alle gjentakintervallene er tillagt klimapåslag.

4.1 Berørte bygninger

Flom i vassdraget fører til betydelig vannstandsstigning. Elva renner ut av sitt normale løp, og flomsone berører bygninger som ligger tett på elven. Størst flomutbredelse forventes i nedre del av elva, og områdene nedstrøms og direkte oppstrøms for Fet bru oversvømmes. Vannstands nivået i sjøen er forutsatt relativt høyt og påvirker vannstanden der Omvikdalselva har sitt utløp. Også oppstrøms Skulebrua er oversvømmelsen forholdsvis stor, men berører hovedsakelig jordbruksarealer i tillegg til noen bygninger som ligger tett på elva. Tabell 11 viser en oversikt over bygninger langs vassdraget som blir berørt av flom. Mindre boder, garasjer og båthus er ikke inkludert i tabellen.

Tabell 11 Berørte bygninger ved flom i Omvikdalselva.

Adresse	Bygningstype	Berørt ved flom
Omvikdalsvegen 104	Enebolig + garasjebygg	Q ₂₀ inkl. klimapåslag
Gårdsnr. 92 Bruksnr. 2	Landsbruksbygning	Q ₂₀ inkl. klimapåslag
Omvikdalsvegen 96	Enebolig + garasjebygg/bod	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Omvikdalsvegen 98	Enebolig + garasjebygg/bod	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Omvikdalsvegen 94	Enebolig	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Omvikdalsvegen 111	Enebolig	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Omvikdalsvegen 109	Enebolig	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Landavegen 332/330	Landsbruksbygning	Q ₂₀₀ inkl. klimapåslag
Fetvegen 79	Enebolig + garasjebygg	Q ₁₀₀₀ inkl. klimapåslag
Fetvegen 139	Enebolig + garasjebygg	Q ₁₀₀₀ inkl. klimapåslag

4.2 Berørt infrastruktur

Det er flere veger som går langs med Omvikdalselva, men disse ligger stort sett så høyt at de ikke er i fare for å berøres av flom. Unntaket fra dette er der Omvikdalsvegen og Landavegen krysser elva, og det er forventet at kortere vegstrekninger i tilknytning til bruene blir oversvømt ved 20-årsflom. I tillegg til disse strekningene blir lokalvegene som går fra Omvikdalsvegen og ned mot sjøen oversvømt.

5 Diskusjon og vurdering av resultatet

5.1 Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til beregninger av flom og flomvannstand. Registrering av flomdata ved målestasjoner vil alltid ha en usikkerhet. Denne er søkt redusert ved at flomverdiene er basert på regionale analyser med mange målestasjoner og formler som er avledet fra regionale flomfrekvensanalyser. Usikkerhetene i den hydrauliske modellen knytter seg i hovedsak til vurdering av friksjonsforhold og oppstuvningseffekt fra bruer.

Terrengmodellen er basert på en punktsky med bakkepunkt registrert fra fly. Særlig i områder med tett vegetasjon vil terrengmodellen være interpolert, og dette gir unøyaktigheter i modellen. En annen kilde til usikkerhet er endring i elveprofilen på grunn av erosjon eller tiltak som er skjedd etter at kartlegging ble foretatt. Siden laserkartlegging med tradisjonell laser ikke kan kartlegge under vann, gjør dette at beregningen blir litt konservativ, særlig på strekninger der vassdraget har en viss dybde.

5.2 Sensitivitetsvurdering

Det er gjort en sensitivitetsvurdering for å se hvordan resultatene påvirkes av endringer i forutsetningene. Flom med 1000-års gjentaksintervall har en vannføring som er ca. 70% større enn vannføringen for flom med 20 års gjentaksintervall. Vannstandsforskjellen langs vassdraget mellom disse to gjentaksintervallene varierer, men er sjelden vesentlig mer enn 0,5 meter. Mindre ved stort strømningsstverrsnitt i elva og noe mer i trange og smale partier. Forutsetningene tatt i betraktning anses beregningene som relativt lite sensitive. Generelt sett anbefales en sikkerhetsmargin på 0,5 meter på de beregnede vannstander.

6 Bilag og referanser

6.1 Bilag

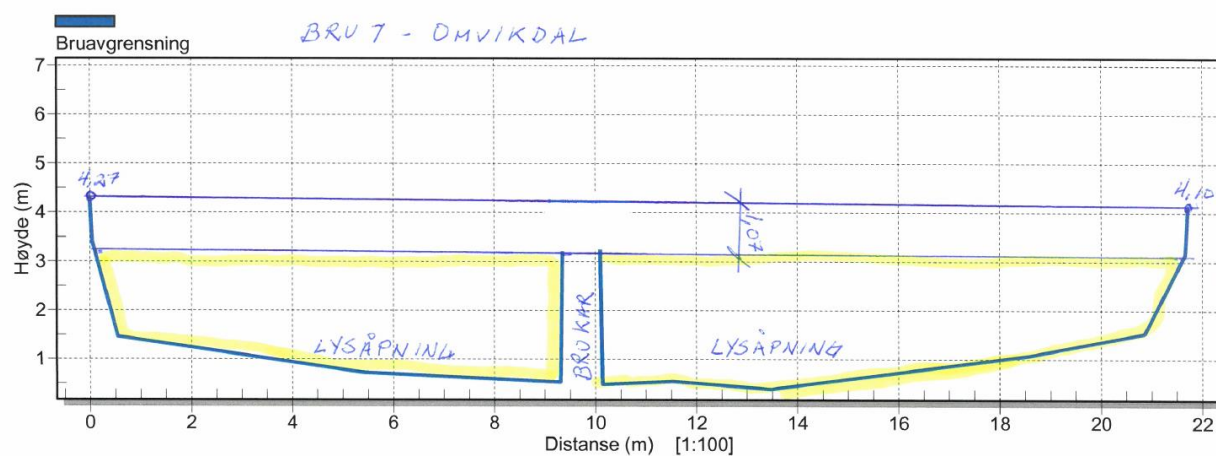
1. Innmålinger av broer
2. Flomsonekart 20-, 200- og 1000-årsflom med klimapåslag
3. Forventet vannstands nivå i sjøen
4. Lavvannskart fra Nevina

6.2 Referanser

1. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE-rapport 4-2011.
2. NVE (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. NVE-rapport 81-2016.

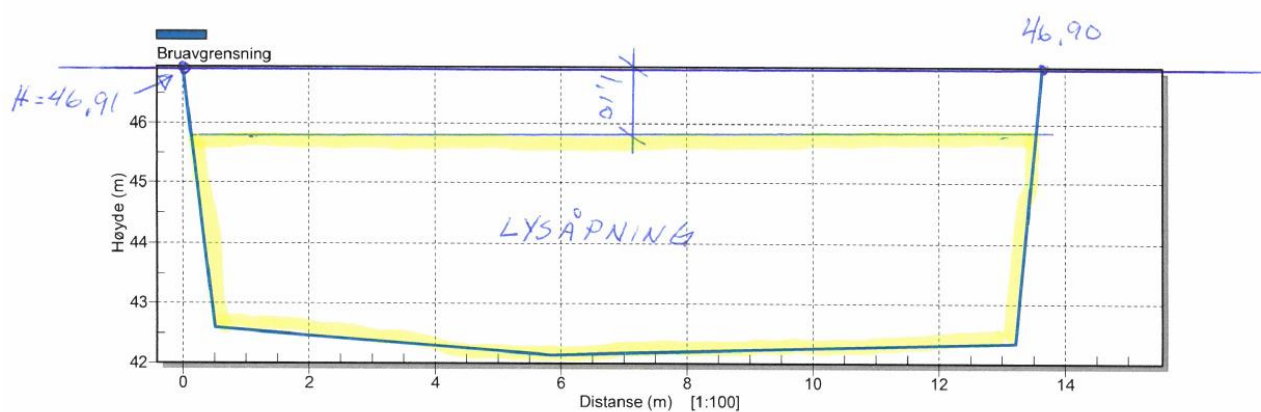
Bilag 1 – Innmåling av broer

FET BRU



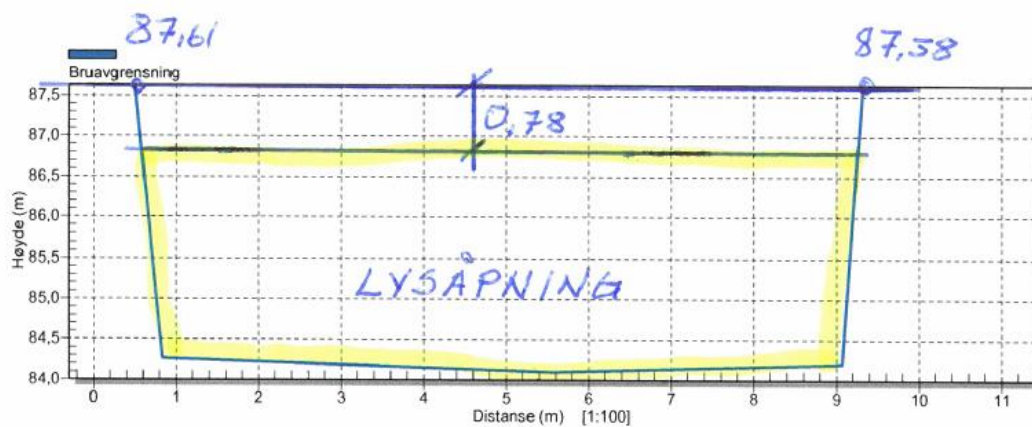
"SKULEBRUA"

BRU 2 - OMVIKDAL

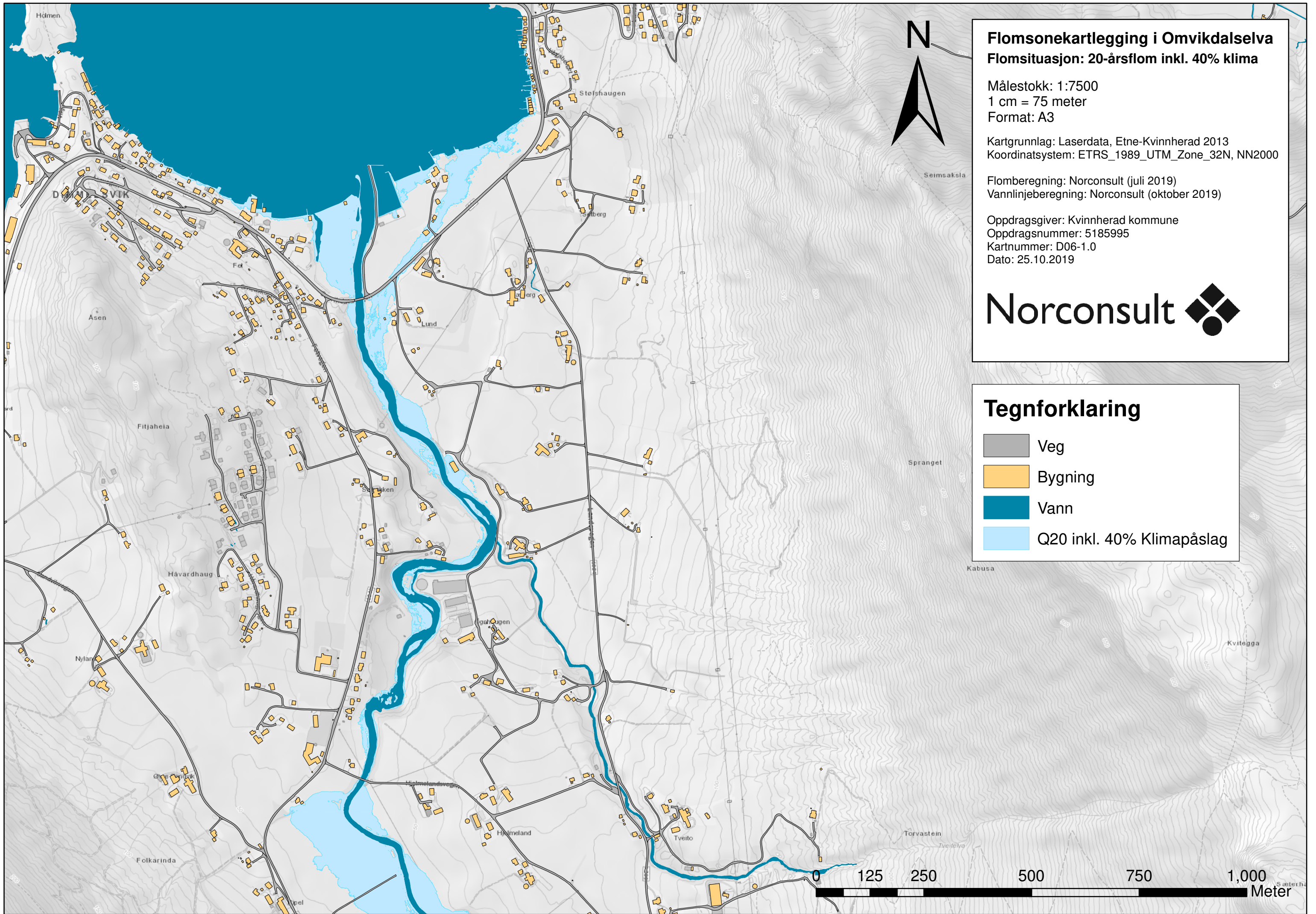


LANDA BRU

BRU3 - OMVIKDAL



Bilag 2 - Flomsonekart 20-, 200- og 1000-årsflom med klimapåslag



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva

Flomsituasjon: 20-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

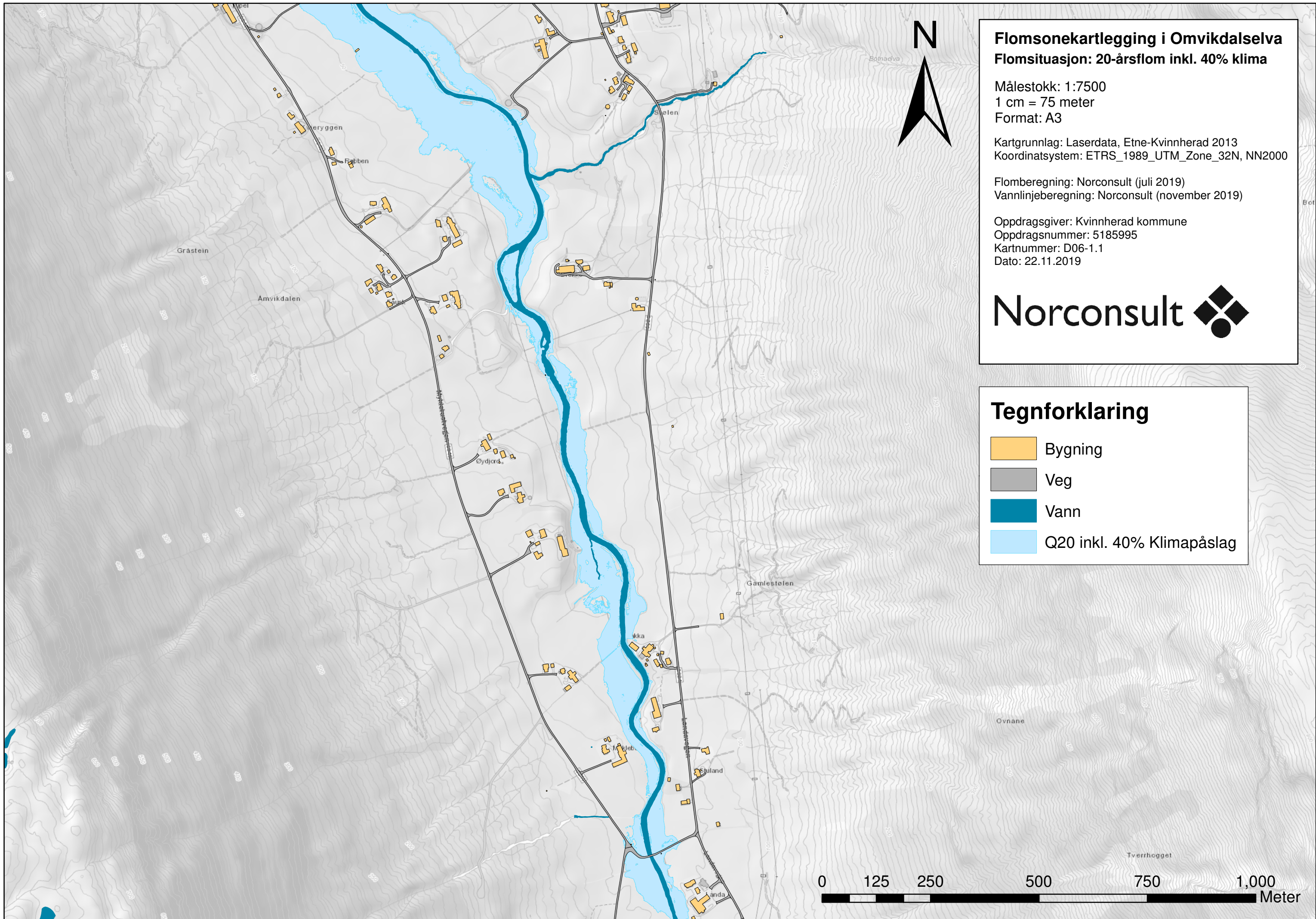
Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (oktober 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-1.0
Dato: 25.10.2019

Norconsult

Tegnforklaring

- Veg
- Bygning
- Vann
- Q20 inkl. 40% Klimapåslag



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva

Flomsituasjon: 20-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

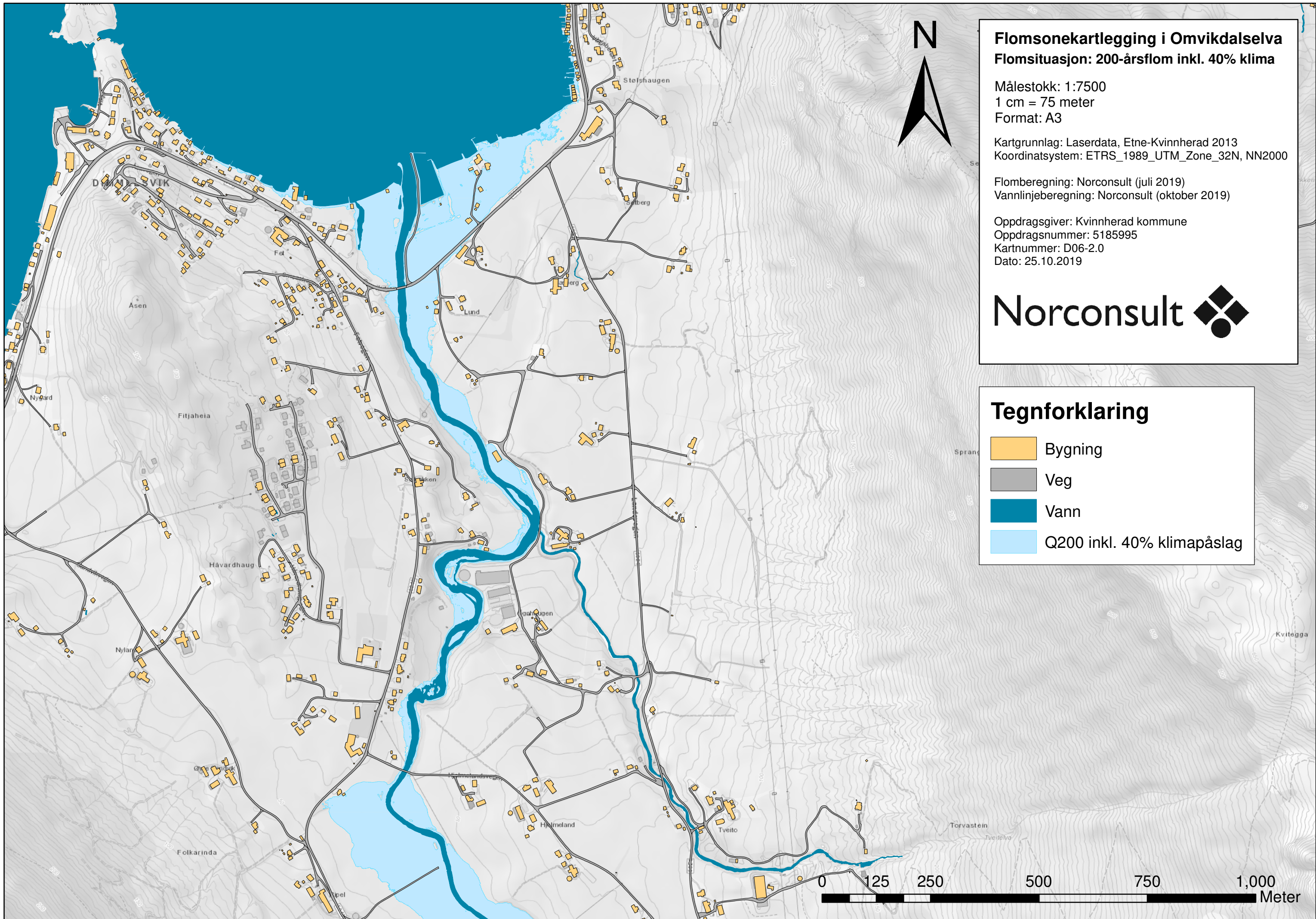
Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (november 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-1.1
Dato: 22.11.2019

Norconsult

Tegnforklaring

- Bygning
- Veg
- Vann
- Q20 inkl. 40% Klimapåslag



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva

Flomsituasjon: 200-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

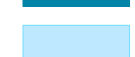
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

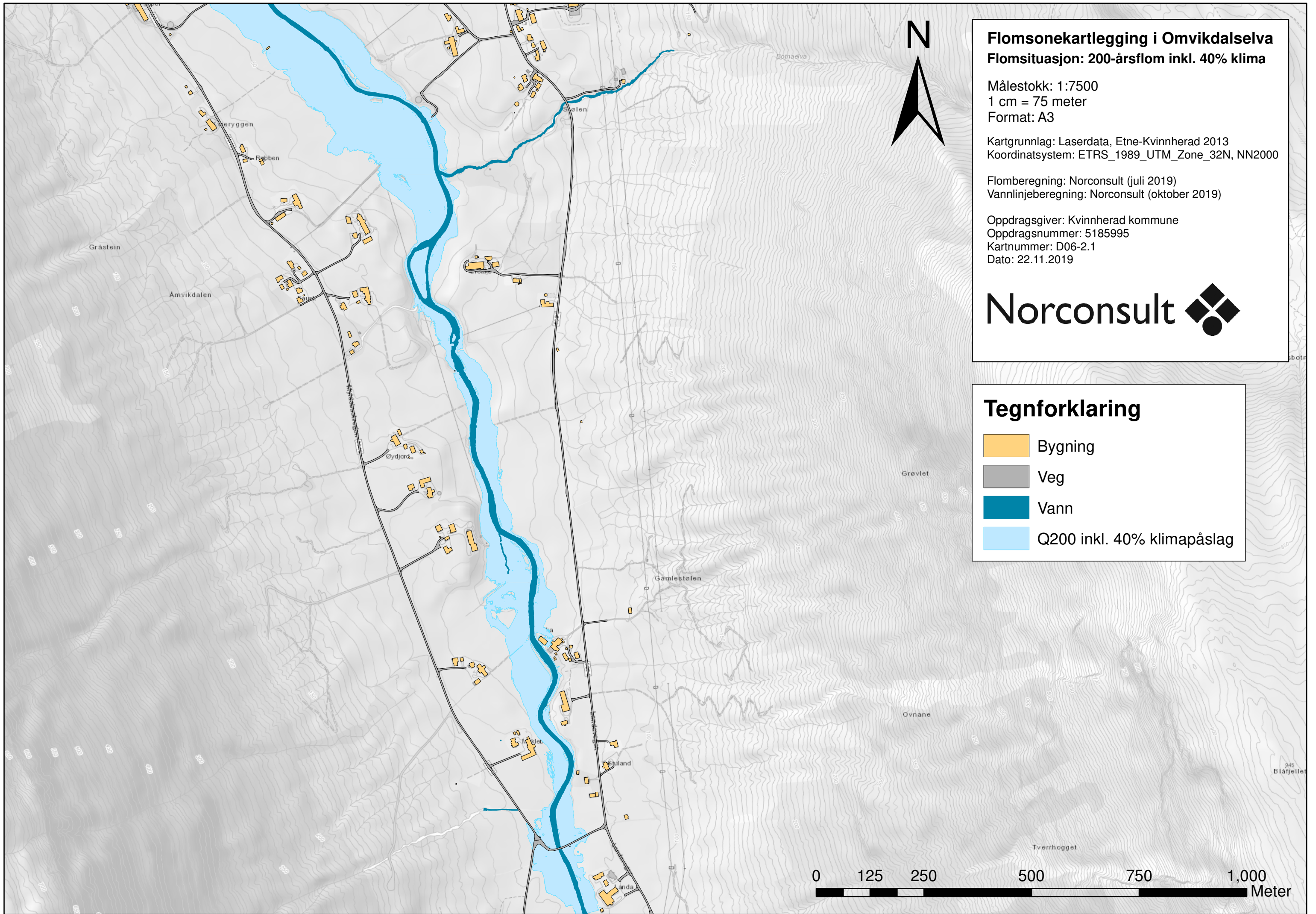
Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (oktober 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-2.0
Dato: 25.10.2019



Tegnforklaring

-  Bygning
-  Veg
-  Vann
-  Q200 inkl. 40% klimapåslag



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva
Flomsituasjon: 200-årsflom inkl. 40% klima

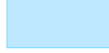
Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

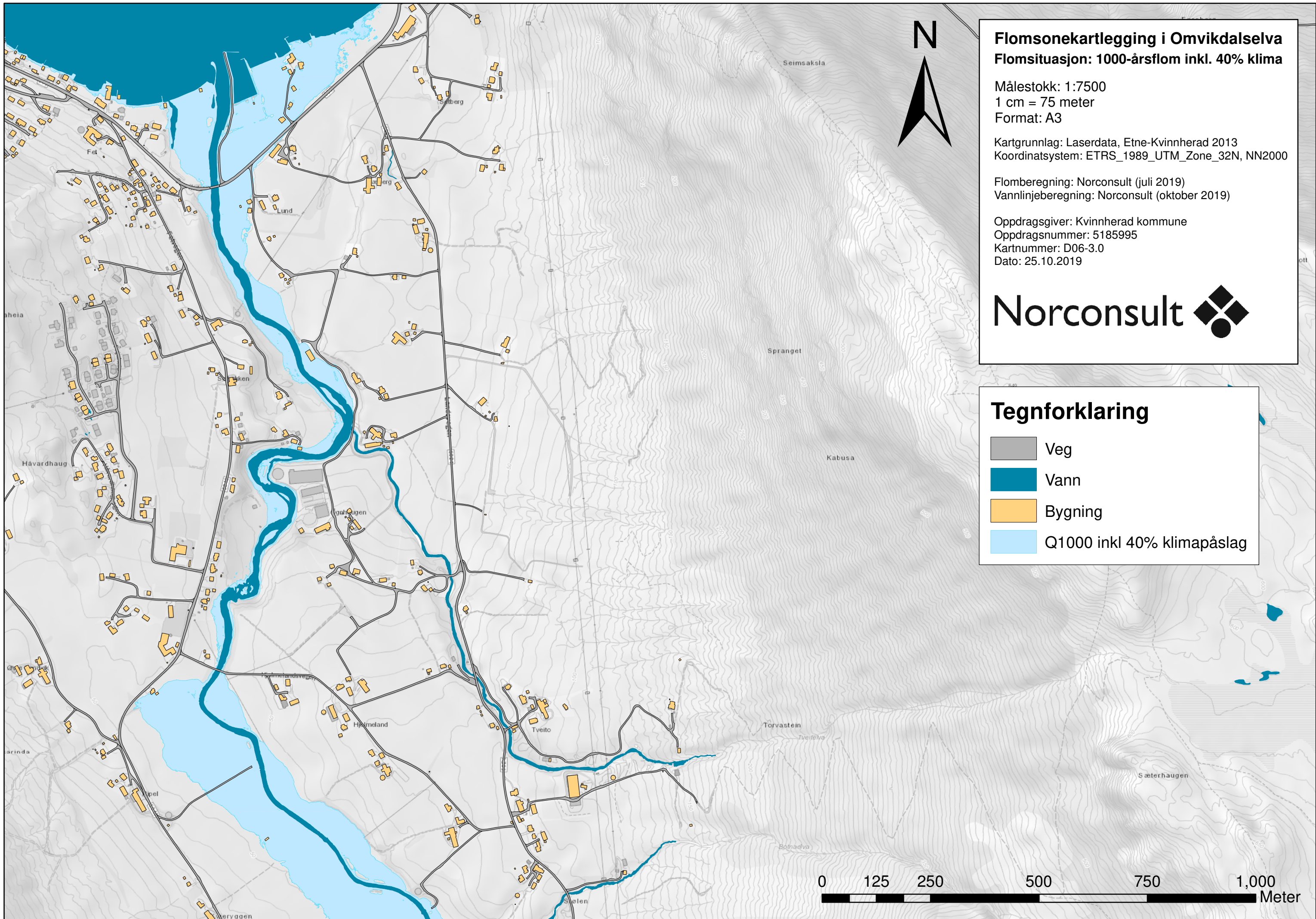
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (oktober 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-2.1
Dato: 22.11.2019



- Tegnforklaring**
-  Bygning
 -  Veg
 -  Vann
 -  Q200 inkl. 40% klimapåslag



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva

Flomsituasjon: 1000-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

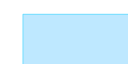
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (oktober 2019)

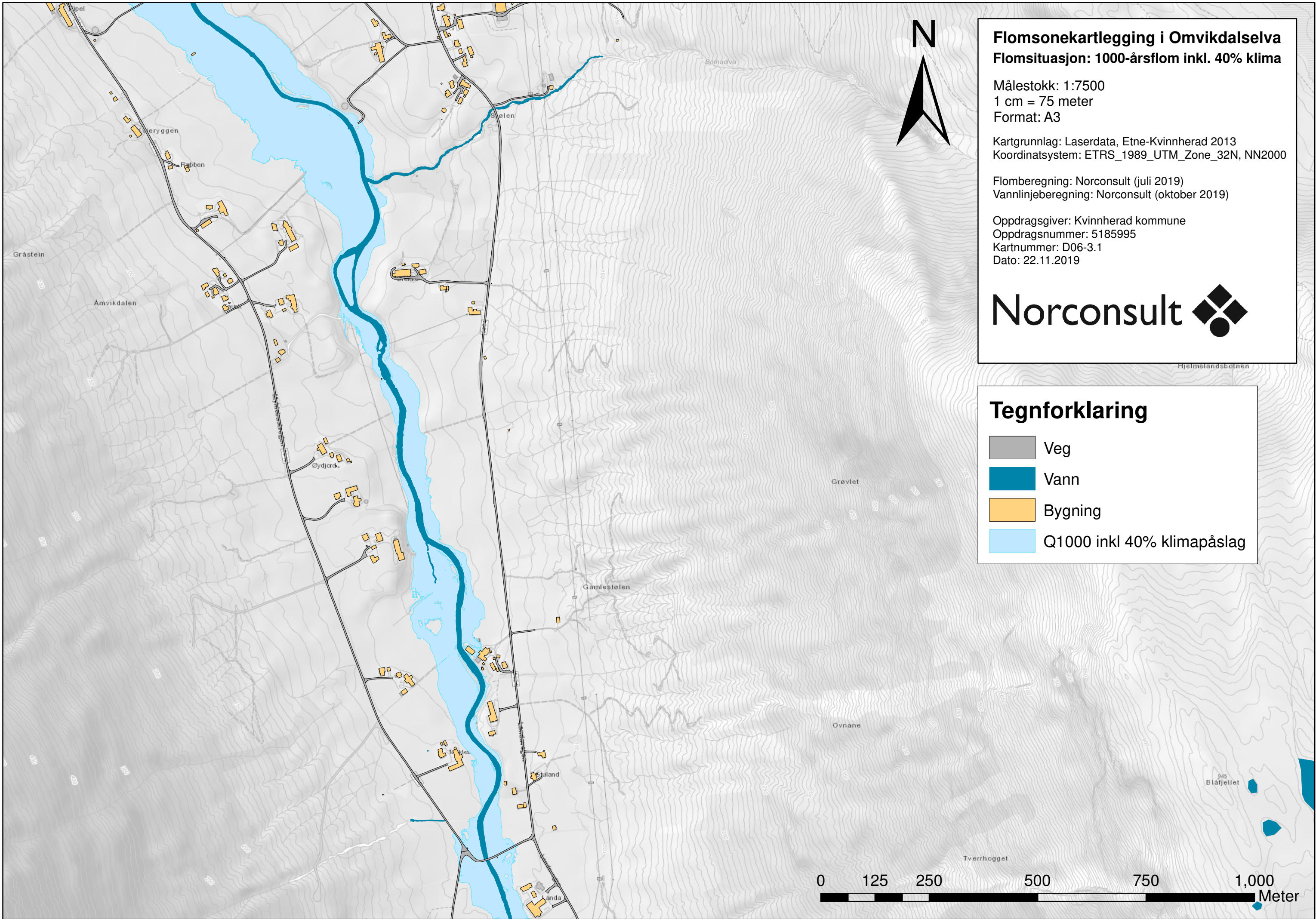
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-3.0
Dato: 25.10.2019



Tegnforklaring

-  Veg
-  Vann
-  Bygning
-  Q1000 inkl 40% klimapåslag

0 125 250 500 750 1,000 Meter



Flomsonekartlegging i Omvikdalselva

Flomsituasjon: 1000-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:7500
1 cm = 75 meter
Format: A3

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (oktober 2019)

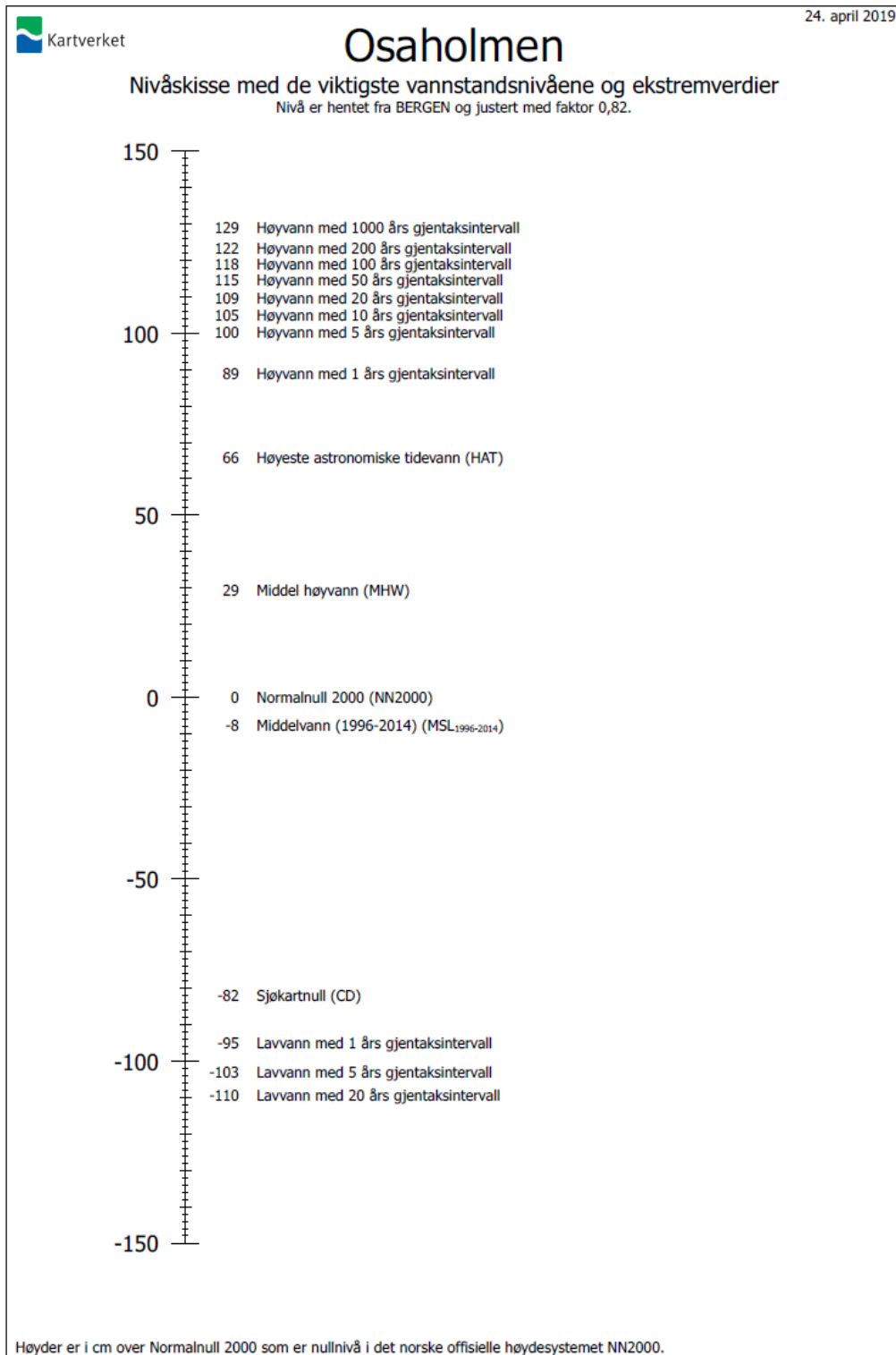
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D06-3.1
Dato: 22.11.2019

Norconsult

Tegnforklaring

- Veg
- Vann
- Bygning
- Q1000 inkl 40% klimapåslag

Bilag 3 – Forventet vannstands nivå i sjøen



Lavvann med 20 års gjentakintervall (20YMIN)

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Sjøkartnull (CD)

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Middelvann (1996-2014) (MSL)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Normalnull 2000 (NN2000)

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Middel høyvann (MHW)

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Høyeste astronomiske tidevann (HAT)

Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.



Kartverket

Framskrivinger for framtidig havnivå

19. oktober 2018

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

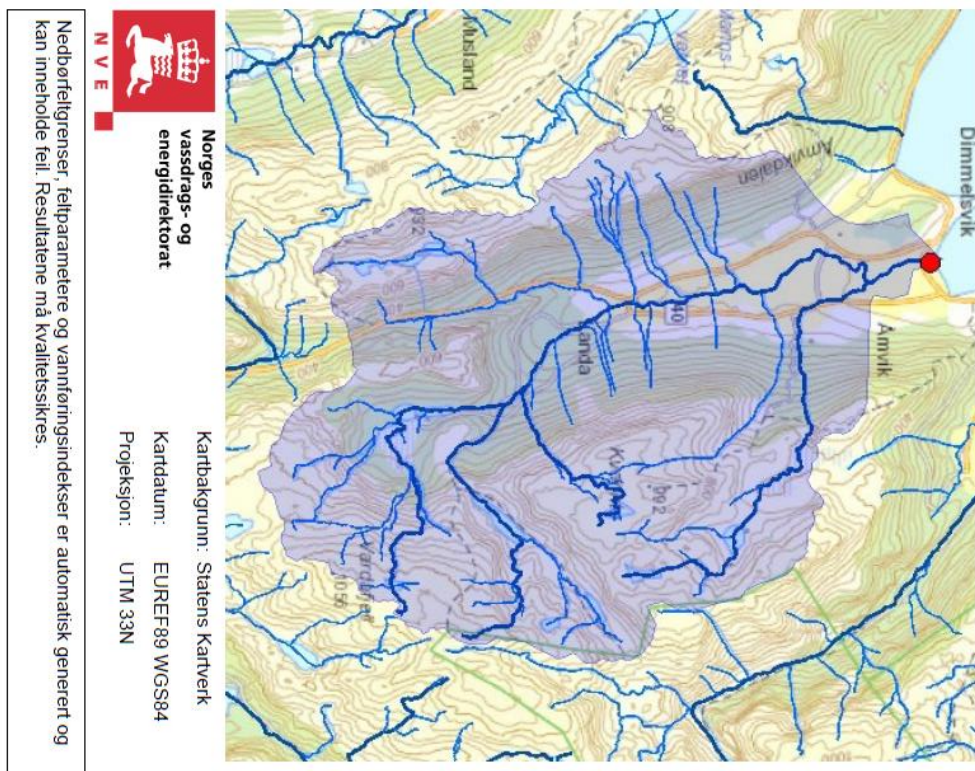
RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for Kvinnherad kommune. Utgangspunktet for modellene er Rosendal.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	11 cm (1 – 21 cm)	15 cm (-2 – 31 cm)	16 cm (-2 – 35 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	13 cm (3 – 22 cm)	24 cm (6 – 41 cm)	26 cm (7 – 46 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	16 cm (5 – 28 cm)	40 cm (19 – 62 cm)	46 cm (20 – 72 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivingenes middelerverdier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

Bilag 4 – Lavvannskart fra Nevina



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 045 31A0
Kommune: Kvinnherad
Fylke: Hordaland
Vassdrag: Storelva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90) 93,6 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring 4,6 l/(s*km²)
5-persentil (hele året) 5,0 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9) 10,1 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4) 3,7 l/(s*km²)
Base flow 35,6 l/(s*km²)
BFI 0,4

Klima

Klimaregion Vest
Årsnedbør 2790 mm
Sommernedbør 1009 mm
Vinternedbør 1782 mm
Årstemperatur 4,8 °C
Sommeretemperatur 9,2 °C
Vintertemperatur 1,6 °C
Temperatur Juli 10,9 °C
Temperatur August 10,8 °C

Feltparametere

Areal (A) 32,1 km²
Effektiv sjo (S_{eff}) 0,1 %
Elvelengde (E_L) 10,7 km
Elvegradient (E_G) 97,4 m/km
Elvegradient 1085 (G₁₀₈₅) 83,1 m/km
Fellengde (F_L) 8,3 km

H_{min} 1 moh.
H₁₀ 98 moh.
H₂₀ 216 moh.
H₃₀ 368 moh.
H₄₀ 480 moh.
H₅₀ 595 moh.
H₆₀ 673 moh.
H₇₀ 745 moh.
H₈₀ 820 moh.
H₉₀ 899 moh.
H_{max} 1099 moh.

Bre 0,0 %
Dyrket mark 7,7 %
Myr 1,3 %
Sjø 1,9 %
Skog 31,7 %
Snaufell 44,6 %
Urban 0,2 %

1) Verdien er ediert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavvenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagingsmagasinene.